Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Stechapparat der Ameisen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät

der

Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br.

vorgelegt von

Emil Foerster

aus Freiburg i. Br.

Freiburg i. Br. 1912.

Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Stechapparat der Ameisen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät

der

Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br.

vorgelegt von

Emil Foerster
aus Freiburg i. Br.

Freiburg i. Br. 1912.

Dekan: Geheimrat Prof. Himstedt.

Referent: Se. Excellenz Geheimrat Weismann.

Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 34. Abt. f. Anatomie. 1912.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Einleitung.

Der Stachel der Ameisen weist in seiner Ausbildung erhebliche Unterschiede auf. Nicht alle Ameisen besitzen einen gut funktionsfähigen Stachel, sondern bei einer Unterabteilung, den Camponotinen, ist der Stechapparat vollständig rudimentär geworden; er dient nur noch als Stütze für den Ausführungsgang der Giftblase, die in diesem Fall um so größere Mengen von Gift produziert. Dieses Gift kann von einigen Tieren bekanntlich auf beträchtliche Entfernungen mit großer Kraft ausgespritzt werden. Bei einer anderen Gruppe, den Dolichoderinen, gleicht zwar der Stachel in seiner Form noch ganz dem funktionsfähigen; er kann jedoch infolge seiner zu schwachen Ausbildung und der Verkümmerung der Stachelspitze nicht mehr zum Stechen verwendet werden. Es lassen sich Übergänge vom typisch ausgebildeten Stachel der Myrmicinen, Ponerinen und Dorylinen zu dem reduzierten Stachel der Dolichoderinen nachweisen. Ein befriedigendes Verbindungsglied zwischen dem völlig rudimentären Stechapparat der Camponotinen und dem der übrigen Subfamilien ist nicht gefunden worden.

Da die Biologie dieser Tiere im Mittelpunkt des Interesses steht, so darf wohl auch die Morphologie dieser biologisch so eigenartigen Gruppe einem genaueren Studium unterzogen werden. Wenn so auch die Hauptunterschiede im Bau des Stachels der einzelnen Unterabteilungen der Formiciden bekannt sind, so scheint es mir doch der Mühe wert zu sein, da bisher immer nur einzelne Formen oder Typen genauer untersucht worden sind, bei einer größeren Anzahl, gerade auch nahe verwandter Tiere, zu verfolgen, in welcher Weise sich die verschiedenen Teile des Stachels im einzelnen umgebildet oder zurückgebildet haben.

Die Anregung zu einer derartigen Untersuchung gab mir Herr Geheimrat Weismann; ich darf an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer für das ständige gütige Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen herzlichen Dank aussprechen. Ebenso bin ich den Herren Privatdozenten Dr. Schleip und Dr. Kühn für die zahlreichen Ratschläge und Hinweise, mit denen sie meine Arbeit förderten, zu großem Dank verpflichtet.

Material und Methoden.

Als Material für meine Untersuchungen verwendete ich zum größten Teil Ameisen, die ich teils in der Umgebung Freiburgs, teils in der Schweiz und in Savoyen gesammelt hatte.

Odontomachus erhielt ich aus der Sammlung des Freiburger Zoologischen Instituts;

die Arten *Cremastogaster*, *Atta* und *Dorylus* verdanke ich Herrn Prof. Forel; ich darf Herrn Prof. Forel auch an dieser Stelle für die gütige Überlassung dieser Tiere sowie für die Bestimmung mehrerer der außerdeutschen Ameisen meinen besten Dank ansprechen.

Es wurden untersucht:

a) Myrmicinen.

Myrmica rubida
Myrmica rubra
Tetramorium caespitum
Strongylognathus testaceus
Leptothorax acervorum
Solenopsis fugax
Cremastogaster sordidula
Atta columbrica
Aphaenogaster subterranea
Aphaenogaster gibbosa

Messor barbarus subsp. structor
Pheidole pallidula

b) Ponerinen.

Odontomachus haematoda subsp. insularis

c) Dorylinen.

Dorylus (Anomma) kohli

d) Dolichoderinen.

Tapinoma erraticum
Dolichoderus quadripunctatus
Bothriomyrmex meridionalis

e) Camponotinen.

Formica rufa, pratensis, truncicola
Formica sanguinea
Formica fusca, cinerea
Polyergus rufescens
Camponotus herculeanus, ligniperdus, aethiops[1])
Lasius alienus, niger, flavus, fuliginosus
Plagiolepis pygmaea[2])

Die meisten Tiere wurden mit Sublimat-Eisessig fixiert, andere mit 96 % igem Alkohol. Die Untersuchungen wurden nach Totalpräparaten mit Nadel und Pinzette angestellt. Um die Chitinteile deutlich hervortreten zu lassen, kochte ich den herauspräparierten Stachel wenige Minuten, je nach der Größe des betreffenden Objekts, in 10 % iger Kalilauge. Zur Untersuchung der Muskeln mußten andere Präparate hergestellt werden, die dann mit Eosin oder Pikrofuchsin gefärbt wurden. Die beigegebenen Abbildungen sind demnach kombiniert nach gefärbten Präparaten und solchen, die mit Kalilauge behandelt worden waren.

---

1) Nach ESCHERICH ist *C. aethiops* bis jetzt noch nicht in Deutschland gefunden worden. Ich konnte diese Art öfters im Kaiserstuhl beobachten, ferner bei Rufach, am Osthang der Vogesen.

2) ESCHERICH erwähnt unter den in Deutschland vorkommenden Ameisen *Plagiolepis* nicht. Ich fand sie verschiedene Male, wenn auch nicht häufig, ebenfalls am Kaiserstuhl.

Literaturübersicht.

Der Giftapparat der Hymenopteren ist schon von vielen Autoren behandelt worden; die ersten genaueren Angaben finden wir darüber bereits in Swammerdam's „Bibel der Natur". Es folgten dann mehrere Arbeiten, die nichts wesentlich Neues gebracht haben. Für vorliegende Untersuchungen von Interesse ist eine Abhandlung von Lacaze-Duthiers (1850), die sich mit der Vergleichung der Abdominalgebilde sämtlicher Hymenopterengruppen befaßt; er hat einen für alle gültigen Typus des Stachels aufgestellt. Von größerer Bedeutung ist eine Arbeit von Kräpelin (1873), in der er ausführlich die Chitinteile des Stachels sowie die für den Bewegungsmechanismus in Frage kommenden Muskeln beschreibt; er beschränkt sich dabei in der Hauptsache auf die Honigbiene. Kräpelin hat ferner gezeigt, wie wir uns die Bewegung der Stachelteile beim Stechen vorzustellen haben; auf seine Erklärung des Stechmechanismus soll später noch eingegangen werden. Auch Cheshire hat sich mit dem Bewegungsmechanismus des Bienenstachels beschäftigt, seine Arbeit war mir jedoch nicht zugänglich. Später veröffentlichte H. Dewitz (1877) eine Abhandlung „über Bau und Entwicklungsgeschichte des Stachels der Ameisen". Er gibt darin eine genaue Beschreibung des rudimentären Stachels unserer Waldameise (*Formica rufa*) und auch der Muskulatur und des Mechanismus dieses Rudiments. Des weiteren vergleicht Dewitz den Stechapparat der *Formica* mit dem einer Doryline (*Typhlopone orianensis*), der *Myrmica* und der Honigbiene, um nachzuweisen, daß die rudimentären Chitinstücke des *Formica*-Stachels morphologisch den einzelnen Teilen des Stachels der *Myrmica*, *Typhlopone* und der Honigbiene gleichzustellen sind. Am Schluß seiner Ausführungen äußert Dewitz die Ansicht, daß der *Formica*-Stachel nicht ein zurückgebildetes Organ sei, „sondern ein auf der niedersten Stufe der Entwicklung stehen gebliebenes, aus dem der ausgebildete Stachel hervorging, wir es also nicht mit einem Rückschritt, sondern mit einem primitiven Organ zu thun haben". Forel (1878) führt die vergleichenden Betrachtungen von Dewitz über den Formicidenstachel weiter und stellt endgültig fest, daß alle Camponotinen (das ist seine frühere Familie *Formicidae* α) ein *Formica*-ähnliches Stachelrudiment haben. Die Dolichoderinen (Forel's frühere *Formicidae* β) „zeigen einen zwar ganz winzigen und zarten, jedoch in seinem Bau vollkommen mit demjenigen der Myrmiciden und Poneriden

übereinstimmenden Stachel". Von dem gut ausgebildeten Stachel der Myrmicinen findet er verschiedene Übergänge zu dem verkümmerten Dolichoderinenstachel (z. B. bei *Pheidole*). Auch er konstatiert bei den Dorylinen, die früher als stachellos galten, wie Dewitz, einen kurzen festen Stachel. Von dem rudimentären Stachel der Camponotinen findet er ebensowenig wie Dewitz einen befriedigenden Übergang zum Stachel der Dolichoderinen und Myrmicinen. Wie mir Herr Prof. Forel kürzlich mitteilte, hat sich bis heute die scharfe Unterscheidung des Giftapparats der Camponotinen, die ihn 1878 veranlaßte eine eigene Subfamilie daraus zu machen, bei heute fast 6000 beschriebenen verschiedenen Ameisenformen des Erdballs durchweg bewährt. Keine andere Subfamilie ist so scharf abgetrennt, indem sogar zwischen Dolichoderinen und Ponerinen die Gattung *Aneuretus* Emery mit stärkerem Stachel einen Übergang bildet. Um die oben erwähnte Äußerung von Dewitz, der Stachel der Formiciden sei kein reduziertes, sondern ein primitives Organ, zu widerlegen, lieferte Beyer (1891) eine Arbeit, betitelt: „Der Giftapparat der Formica rufa, ein reduziertes Organ." Er stützt seine Ansicht hauptsächlich auf die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte und beschreibt zu diesem Zweck ausführlich die Entwicklung des Stachels der *Apis mellifica*, *Vespa vulgaris*, *Myrmica laevinodis* und *Formica rufa*. Beim Vergleich der Stacheln und Stachelanlagen dieser Tiere findet er, daß bei *Formica* der Stachel, wie bei der Biene, bis ins einzelne angelegt wird, daß einzelne Teile, wie z. B. die Stechborsten, ganz deutlich ausgebildet werden, aber bei weitem nicht so, daß sie funktionsfähig sind. Die Entwicklungsgeschichte und die vergleichend-anatomische Betrachtung ergibt also, daß der Stachel der *Formica* ein reduziertes Organ ist. Ferner ist wichtig für vorliegende Untersuchung die Arbeit von Janet (1898): „l'Aiguillon de la Myrmica rubra", eine sehr ausführliche Beschreibung der Chitinteile des *Myrmica*-Stachels.

Spezieller Teil.

Gehen wir nun zur Beschreibung des Stechapparats der einzelnen Familien über. Ich beginne mit den

a) Myrmicini ♀,

den häufigsten bei uns vorkommenden Ameisen mit typisch ausgebildetem Stachel, und zwar will ich als Ausgangspunkt für die folgende Vergleichung

Myrmica rubida ♀

wählen. Fig. 1 stellt den Stachel von der Ventralseite gesehen in eine Ebene ausgebreitet dar. In Wirklichkeit steigen die seitlichen Partien rechts und links von dem eigentlichen stachelförmigen Gebilde in der Mitte steil dorsalwärts in die Höhe. Wir können unterscheiden: 1. Chitinteile, 2. dazu gehörige Muskeln. An den Chitinteilen erkennen wir einen Stachel im engeren Sinn und die übrigen Chitingebilde. Der Stachel im engeren Sinn (mit gelber Farbe angegeben) setzt sich aus drei Stücken zusammen. Am stärksten ausgebildet ist die kräftig chitinisierte Schienenrinne (*Schr*), die etwa die Gestalt einer hohlen Keule hat und eine ventral sich öffnende Rinne trägt. Sie ist an ihrer Basis kolbenförmig verdickt. An dieser Stelle nähern sich die Ränder der Schienenrinne sehr, so daß ein Querschnitt fast einen geschlossenen Kreis darstellt. Gegen die Spitze hin verflacht sich die Rinne mehr und mehr. Die Ränder sind mit einer Längsleiste versehen, auf der sich die gleich zu beschreibenden Stechborsten bewegen. Diese Leisten setzen sich über die kolbenförmige Basis der Schienenrinne nach oben und vorn auseinandergehend fort, um mit einer länglichen Chitinplatte, der oblongen Platte, in Verbindung zu treten. Sie heißen die Bogen der Schienenrinne (*SchrB*). Etwa in der Mitte der Bogen stehen mehrere Borstenhaare (*BH*). Am kolbenförmigen Teil der Rinne, rechts und links von den Bogen, erheben sich zwei stark chitinisierte Gebilde, ebenfalls mit Borstenhaaren versehen, die Hörner der Schienenrinne (*H*). An der Basis der Rinne sieht man ein kleines längliches unpaares Chitinstück (*Gbn*), mit einem Höckerchen in der Mitte; es heißt, entsprechend dem gleichen Gebilde beim Bienenstachel, wo der Höcker in einen längeren unpaaren Ast ausgezogen ist, das Gabelbein. Die beiden anderen schon erwähnten Gebilde, die den Stachel im engeren Sinn zusammensetzen, sind die Stechborsten (*Stb*). Es sind dies lange, sehr spitz zulaufende, leicht geschweifte Chitinstäbe, die den Rändern der Schienenrinne der ganzen Länge nach aufsitzen und sich ebenfalls nach vorn und oben divergierend wie die Rinnenbogen und auch ihnen aufliegend fortsetzen. Auf ihrer Dorsalseite verläuft der ganzen Länge nach eine schmale Rinne, in die sich die Leiste der Schienenrinne hineinpaßt. Diese Art der Befestigung, durch Rinne und Leiste, ermöglicht die Verschiebung der Stechborsten auf der Schienenrinne. So kommt eine innige Verbindung dieser 3 Teile zustande. Dadurch, daß sich die

Stechborsten in der Mitte berühren, bilden sie zusammen mit der Schienenrinne eine geschlossene Röhre. An ihrem proximalen Ende gehen die Stechborsten über in ein starkes Chitinstück von ungefähr dreieckiger Form, den Winkel (*W*). Im oberen Drittel der Stechborsten, in die Schienenrinne hineinragend, sehen wir zwei dünne Chitinplättchen, die elastischen Plättchen (*e. P*). Sie spielen die Rolle eines Ventils, das das Gift, welches von der Giftblase in die Basis der Schienenrinne geleitet worden ist, in das untere Stück der Rinne durchtreten läßt. Sie spritzen dann, wenn die Stechborsten herausgestoßen werden, als Kolben wirkend, das Gift in die durch den Stich verursachte Wunde (Janet). Das spitze Ende der Stechborsten ist glatt, im Gegensatz zu den Stechborsten der Bienen, bei denen sich mehrere Zähnchen befinden, so daß dort die Stechborsten nicht mehr aus der Wunde herausgezogen werden können.

Vom Ende der Schienenrinnenbogen geht eine breite Chitinfläche aus, deren äußerer Längsrand, das ist also der obere, stark verdickt ist; dies ist die oblonge Platte (*o. P*, rot). Der größte Teil der Platte erstreckt sich parallel ihrem verdickten Rand, ein kleiner Teil verläuft in der Richtung auf die Hörner der Schienenrinne. Am vorderen oberen Rand der Platte erkennt man einen kleinen dornartigen Fortsatz, der zur Anheftung eines Muskels dient. An die Hinterenden der oblongen Platten heften sich zwei häutige, mit vielen Borsten versehene Gebilde an, die Stachelscheiden (*Sch*, ebenfalls rot); sie sind nur schwach an den Seiten chitinisiert. Die oblonge Platte steht in gelenkartiger Verbindung mit der einen Ecke des Winkelstückes. Die andere Ecke des Winkels — die dritte Ecke ist, wie oben erwähnt, mit dem Stechborstenschenkel verwachsen — articuliert mit einer weiteren großen Chitinfläche, der quadratischen Platte (*qu. P*, mit blauer Farbe angegeben). Ihr oberer äußerer Rand ist ebenfalls stark verdickt. Sie übertrifft die oblonge Platte an Größe und liegt dorsal und etwas lateral von dieser; sie überdeckt deren verdickten Rand ein wenig. Die inneren hinteren Ränder sind durch einen starken Chitinbogen miteinander verbunden.

An die Chitinteile des Stechapparats setzen sich verschiedene Muskeln an, die für die Funktion des Stachels von Bedeutung sind. Ein starker Muskel, Protrusor externus (*a*), verläuft vom hinteren oberen Außenrand der quadratischen Platte zum Ende des Schienenrinnenbogens, wo sich von diesem der verdickte Rand der oblongen Platte abzweigt; ein zweiter, etwa gleichstarker Muskel, Protrusor internus,

(*b*) vom hinteren oberen Innenrand der quadratischen Platte zum oberen Drittel der oblongen; die Abgrenzung dieser beiden Muskeln gegeneinander ist hier nur sehr schwer zu erkennen, besser z. B. bei *Tetramorium* (Fig. 2). Ein dritter Muskel, Retractor internus (*c*), verbindet das hintere Drittel der oblongen Platte mit der Stelle der quadratischen, wo diese mit dem Winkel in Berührung tritt. Etwas oberhalb von dieser Stelle inseriert sich am Winkel der schwächere Muskel, Retractor externus (*d*); sein zweiter Anheftungspunkt befindet sich am Rudiment des 11. Rückensegments, das der quadratischen Platte lateral und etwas dorsal aufliegt. Diese Muskeln haben die Stechborstenbewegung auszuführen. Wir müssen dabei die oblongen Platten als fest annehmen. Das ergibt sich schon aus „unmittelbarer Anschauung", wozu „ein frisch aus dem Abdomen einer lebenden Biene gezogener Stachel die beste Gelegenheit bietet", wie dies Kräpelin für den Bienenstachel bereits geschildert hat. Kontrahieren sich dann die Muskeln *a* und *b*, die Protrusores, so wird die quadratische Platte einen Druck auf die eine Ecke des Winkels, dessen Stützpunkt an seiner Articulationsstelle mit der oblongen Platte liegt, ausüben. Der Winkel wird sich um seinen Stützpunkt *D* drehen und so die Stechborsten, mit denen er verwachsen ist, aus der Schienenrinne hervorstoßen (Textfig. A). Hören die beiden Muskeln *a* und *b* auf einzuwirken, so kontrahieren sich die Retractores, *c* und *d*. Der Muskel *c* sucht die quadratische Platte wieder in ihre frühere Lage zurückzubringen. Die Kontraktion des Muskels *d* bewirkt, daß auch der Winkel mit den Stechborsten seine ursprüngliche Lage wieder einnimmt (Textfig. B). Diese Rückwärtsbewegung des Winkels wird wohl auch schon zum Teil wenigstens durch Muskel *c* veranlaßt, weil der Winkel mit der quadratischen Platte ziemlich fest zusammenhängt. Von der Articulationsstelle von Winkel und oblonger Platte zieht der Musculus transversus *e* dorsal über die Schienenrinne zu der entsprechenden Stelle auf der anderen Seite. Nach Janet, der sich sonst über den Mechanismus des Stachels nicht ausläßt, dient dieser Muskel zum Hervorstoßen der Stechborsten; als sein Antagonist wäre der Chitinbogen, der die beiden quadratischen Platten miteinander verbindet und den Janet mit einer gespannten Feder vergleicht, aufzufassen. Die Richtigkeit dieser Anschauung muß ich dahingestellt sein lassen. Der Muskel *e* ist übrigens beim Bienenstachel nicht nachzuweisen, ebenso hier der die quadratischen Platten miteinander verbindende Chitinbogen nicht ausgebildet. Diese Tatsache scheint zwar für

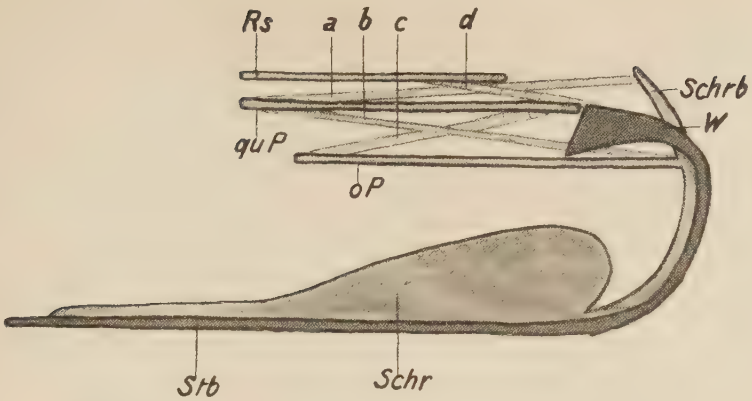


Fig. A.

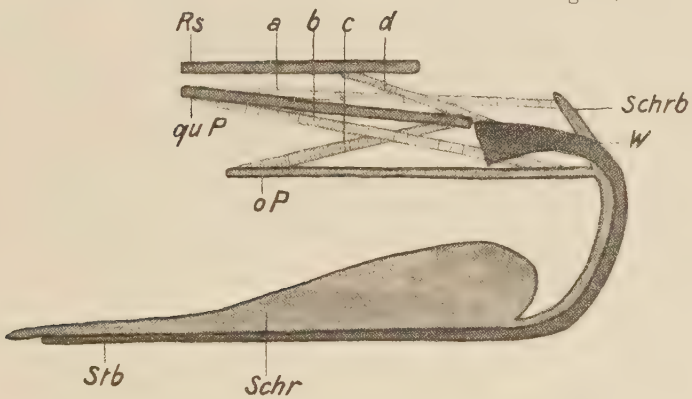


Fig. B.

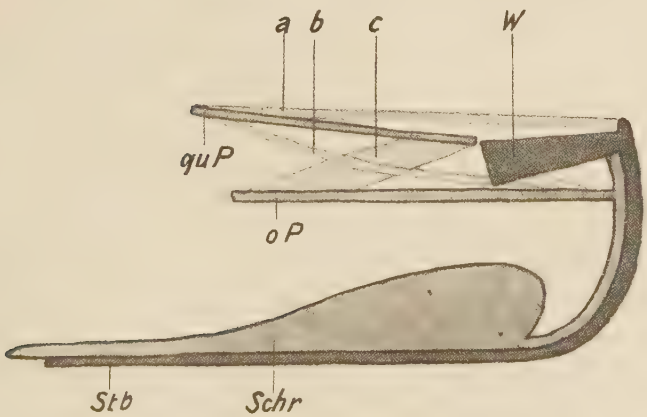


Fig. C.

Janet's Auffassung zu sprechen, man könnte jedoch auch annehmen, daß durch die Kontraktion dieses Muskels eine Verschiebung des Drehpunktes des Winkels von der Articulationsstelle mit der oblongen Platte verhindert werden soll, daß also Muskel *e* die durch die Protrusores *a* und *b* auf den Winkel ausgeübte Kraft nur nach einer Richtung hin, nämlich auf die Stechborsten, wirken läßt.

Die hiermit gegebene Erklärung des Mechanismus der Stechborstenbewegung bei *Myrmica* steht in Widerspruch mit der Erklärung, die Kräpelin für den Bienenstachel gegeben hat. Nach diesem Autor heftet sich der Muskel *a* unserer Abbildung (Muskel *w* bei Kräpelin) vom Hinterende der quadratischen Platte zum Ende der Schienenrinnenbogen, nicht an den Rinnenbogen an, sondern an der Verwachsungsstelle von Winkel und Stechborstenschenkel. Dadurch müßte dieser Muskel genau entgegengesetzt wirken. Der Muskel *b* allein würde den Druck der quadratischen Platte auf ihre Articulationsstelle mit dem Winkel ausüben und die Stechborsten aus der Schienenrinne herausbewegen. Die Funktion des Muskels *c* bliebe in diesem Fall unverändert; er hätte die quadratische Platte wieder in ihre frühere Lage zurückzubringen, während jedoch Muskel *a*, der also nach Kräpelin den Winkel mit dem hinteren Rand der quadratischen Platte verbindet, durch seine Kontraktion den Winkel und damit auch die Stechborste zurückzieht (Textfig. C).

Daß Muskel *a* sich nicht an der Verwachsungsstelle von Winkel und Stechborstenschenkel anheftet, sondern am Endfortsatz des Schienenrinnenbogens, läßt sich am Stachel der *Myrmica* und noch deutlicher bei *Tetramorium* (Fig. 2) nachweisen, da hier der Schienenrinnenbogen einen längeren Fortsatz zeigt. Bei der Biene wurde die Insertionsstelle dieses Muskels gleichfalls deutlich sichtbar an solchen Präparaten, bei denen die Stechborsten im Augenblick der Fixierung aus der Schienenrinne herausgestoßen waren; so wurde das Endstück des Rinnenbogens, dessen Fortsatz bei *Apis mellifica* besonders klein ist, vom Stechborstenschenkel oder Winkel nicht mehr überdeckt. Außerdem gelang es mir, den Winkel ohne Verletzung des Muskels *a* abzupräparieren und so die Anheftung des mit Eosin deutlich gefärbten Muskels genau zu erkennen. Dem Muskel *d* schreibt Kräpelin keine für die Stechborstenbewegung wichtige Funktion zu, er diene nur zur Fixation der quadratischen Platte; sein Insertionspunkt am Rückensegment repräsentiere den Drehpunkt für die Gesamtheit der den Stachel zusammensetzenden

Chitingebilde. Man kann wohl annehmen, daß dieser Muskel (*d*) allein das Zurückziehen der Stechborsten nicht bedingt, sondern daß diese schon durch die Rückwärtsbewegung der quadratischen Platte (veranlaßt durch Muskel *c*), in ihre frühere Lage gebracht werden, besonders weil diese Gebilde zäh zusammenhängen, daß also Muskel *d* beim Zurückgehen der Stechborsten nur mithilft. Sonst müßte man dem festen Zusammenhang des Winkels mit der quadratischen Platte allein die Rückwärtsbewegung der Stechborsten zuschreiben und also annehmen, daß durch das Zurückgehen der quadratischen Platte in ihre frühere Lage auch die Stechborsten zu derselben Bewegung veranlaßt würden. Viel stärker ist übrigens Muskel *d* bei der Hummel ausgebildet; dort ist auch seine Anheftungsstelle, etwas mehr gegen die Mitte des Winkels verschoben, sehr deutlich zu erkennen, was bei *Apis melifica* nicht der Fall ist.

Von den übrigen Muskeln des Stechapparats sind noch folgende zu erwähnen: der Muskel *f*, Musc. levator, der das Gabelbein mit dem hinteren Drittel der oblongen Platte verbindet und der Muskel *g*, Musc. bulbi, von den Bogen der Schienenrinne zu den Hörnern ziehend. Der erste bewirkt nach Kräpelin ein Heben des Kolbens der Schienenrinne; dadurch erhält der Stachel eine Richtung nach unten, die beim „Gebrauch dieser Waffe“ von Vorteil sein dürfte. Janet nennt diesen Muskel „protracteur du gorgeret“, ohne jedoch nähere Angaben über seine Funktion zu machen. Er scheint ihn also für den Vorziehmuskel des Stachels im engeren Sinn zu halten. Ich beobachtete mehrere aus dem Abdomen der lebenden Biene gezogene Stachel und konnte feststellen, daß neben der Bewegung der Stechborsten manchmal, aber ziemlich selten, auch der eigentliche Stachel, also die Schienenrinne, eine heftige Bewegung ausführt; es wurde die ganze Rinne hervorgestoßen, so daß ihre Basis, die normalerweise bei einer Seitenansicht unter der oblongen P'atte verborgen liegt, zum Vorschein kam; dabei senkte sich die Spitze des Stachels. Diese Bewegung konnte nur durch diese am Gabelbein inserierenden Muskeln verursacht sein. Ein Druck der Blutflüssigkeit des ganzen Körpers, dem Kräpelin die Herausbewegung der Schienenrinne zuschreibt, spielt daher wohl keine so große Rolle beim Stechen, da ja auch der vollständig vom Körper losgerissene Stachel eine größere Bewegung auszuführen vermag. Die Rückwärtsbewegung des Stachels kann wohl veranlaßt werden durch die Elastizität des ganzen Gebildes, vor allem auch der Bogen der Schienenrinne, die beim Hervorstoßen des Stachels gestreckt worden

sind. Außerdem scheint noch der ziemlich schwache Muskel *g* (Musc. bulbi) bei der Krümmung der Bogen und damit auch bei der Rückwärtsbewegung der Schienenrinne wirksam zu sein. Janet schreibt diesem Muskel offenbar eine derartige Funktion zu, indem er ihn „retracteur du gorgeret" nennt. Schließlich finden wir noch den sehr schwachen Muskel *h* (Musc. obliquus), der den hinteren Rand der quadratischen mit dem Hinterende der oblongen Platte verbindet; er ist nicht bei allen Myrmicinen zu erkennen. Es ist anzunehmen, daß er bei der Stechborstenbewegung tätig ist, indem er wohl durch seine Kontraktion verhindert, daß die quadratische Platte beim Hervorstoßen der Stechborsten zu weit nach außen (auf die Seite) rückt.

Myrmica rubra ♀.

Der Stechapparat der verschiedenen Rassen der *Myrmica rubra* unterscheidet sich von dem oben beschriebenen außer in der Größe in keiner Weise. Die *M. rubra*-Arten sind kleiner als *rubida*; darauf ist auch die im gleichen Verhältnis geringere Größe ihres Stachels zurückzuführen.

Tetramorium caespitum ♀.

Der Stachel von *Tetramorium* ist gleichfalls sehr gut ausgebildet: dennoch weicht seine Form in verschiedenen Teilen etwas vom *Myrmica*-Typus ab. Während dort die Schienenrinne sich an ihrer Basis stark verbreitert zu ungefähr quadratischer Form, spitzt sich hier die kolbenförmige Basis an ihrem Ende etwas zu; sie erscheint weniger breit im Verhältnis zur Länge der Schienenrinne als bei *Myrmica* (Fig. 2). Das Winkelstück zeigt keine wesentlichen Ausbuchtungen; es ist massiver gebaut. Der untere (innere) Rand der oblongen Platte ist auf ein größeres Stück hin stärker chitinisiert als die Fläche dieses Chitinstückes, was bei keiner anderen untersuchten Art außer bei *Strongylognathus testaceus* der Fall ist. Die Stachelscheiden sind erheblich verkürzt. Auch das Gabelbein zeigt eine andere Form; der bei *Myrmica* nur durch einen Höcker angedeutete unpaare Ast wird hier deutlicher sichtbar. Im übrigen, besonders in der Muskulatur, herrscht Übereinstimmung mit *Myrmica*.

Strongylognathus testaceus ♀

zeigt in Form und Ausbildung seines Stachels große Ähnlichkeit mit *Tetramorium*, von dem er sich auch äußerlich nur wenig unter-

scheidet. Der Stachel ist nur wenig kleiner als bei jenem; das Winkelstück ist hier wieder ausgebreitet wie bei *Myrmica*. Sonst sind keine erwähnenswerten Unterschiede zu erkennen.

Leptothorax acervorum ♀.

Auch *Leptothorax* gehört zu den Myrmicinen mit gut ausgebildetem Stachel. Es kommen auch hier, wenn auch nur geringe, Abweichungen vom *Myrmica*-Typus vor (Fig. 3). Da ist zunächst auffallend die beträchtliche Länge der Schienenrinne; in der Form kommt sie *Tetramorium* näher als *Myrmica*. Sie ist außerordentlich lang und schmal; obgleich *Tetramorium* und *Leptothorax* in der Größe nicht viel voneinander verschieden sind, übertrifft doch die Schienenrinne von *Leptothorax* die von *Tetramorium* an Länge erheblich. Sehr lang und deutlich zu erkennen ist der unpaare Ast des Gabelbeines, sehr im Gegensatz zu dem entsprechenden Teil bei *Myrmica*. Der Muskel (*f*), der von hier zur oblongen Platte zieht, heftet sich diesem Ast der ganzen Länge nach an; die ganze Randpartie der oblongen Platte von ihrer Articulationsstelle mit dem Winkel bis zu den Stachelscheiden dient als zweite Insertionsstelle für diesen Muskel. Auffallend kurz ist die oblonge Platte, während dafür die Stachelscheiden sehr lang sind und schmal. Die Größe der oblongen Platten verhält sich also zu der der Stachelscheiden genau umgekehrt wie bei *Tetramorium*. Die übrigen Chitinteile und Muskeln zeigen keine wesentlichen Unterschiede von denen der oben beschriebenen Stacheln.

Solenopsis fugax ♀.

Diese kleine Diebsameise von kaum 2 mm Länge besitzt einen recht gut ausgebildeten Stachel (Fig. 4), der seiner Form nach dem von *Myrmica* sehr nahe kommt. Auch hier ist der unpaare Ast des Gabelbeines nur durch ein kleines Höckerchen angedeutet; die Basis der Schienenrinne zeigt die mehr quadratische Form. Die oblongen Platten und die Stachelscheiden stehen etwa im gleichen Größenverhältnis zueinander wie bei *Myrmica*. Auch in der Muskulatur herrscht volle Übereinstimmung. Natürlich ist der Stachel im ganzen der geringen Größe des Tieres entsprechend sehr klein, so daß die Präparation desselben erhebliche Schwierigkeiten bereitete.

Cremastogaster sordidula ♀

gehört zu den Myrmicinen mit typisch entwickeltem Stachel. Man kann aber auch hier einige geringe Abweichungen von den bisher

beschriebenen Stechapparaten feststellen. Der Stachel, im allgemeinen dem der *Myrmica* ähnlich, ist der geringen Größe des Tieres entsprechend erheblich kleiner; besonders auffallend ist die schwache Chitinisierung. Oblonge und quadratische Platten sind zwar deutlich nachweisbar, die Fläche dieser Gebilde ist jedoch sehr durchsichtig und nur ganz wenig chitinisiert. Die Basis der Schienenrinne ist breit, etwa so wie bei den *Aphaenogaster*-Arten. Am Gabelbein kann man keine Spur mehr von einem unpaaren Ast erkennen. Die Muskeln sind alle ohne Ausnahme gut ausgebildet.

Atta columbrica ♀.

Der Stechapparat der *Atta* scheint am Beginn einer Reduktion zu stehen. Vergleichen wir ihn mit dem Stachel der im allgemeinen kleineren *Myrmica rubida*, so fällt uns zunächst die geringere Länge des ganzen Apparats auf (Fig. 5). Die Basis der Schienenrinne ist sehr breit; von hier erfolgt ziemlich unvermittelt der Übergang in das übrige Stück der Schienenrinne, ähnlich wie bei dem reduzierten Stachel der *Aphaenogaster*-Arten. Das Gabelbein hat schon eine beträchtliche Rückbildung erfahren. Nur das rechte und linke Ende, da wo die Muskeln ansetzen, ist noch gut entwickelt; das Mittelstück besteht aus einem ganz feinen Chitinstäbchen; vom unpaaren Ast ist daher auch nichts mehr zu erkennen. Diese Form des Gabelbeines leitet uns über zu dem später zu beschreibenden *Dorylus kohli*. Eigenartig ist die Form der quadratischen Platte; diese sowie auch das hintere Stück der oblongen Platte besitzt nicht mehr die breite Fläche, die diese Stücke bei *Myrmica* aufweisen, sie sind beide vielmehr ziemlich schmal geworden, trotzdem sind sie aber recht kräftig chitinisiert, wie überhaupt der ganze Stechapparat dieser Ameise. Die Stachelscheiden zeigen nur an ihrem hinteren Ende stärkere Chitinisierung, an der Ansatzstelle an den oblongen Platten sind sie häutig. Die Muskeln, die wir bei *Myrmica* feststellen konnten, sind auch hier, gut ausgebildet, vorhanden.

Wir dürfen also den Stachel der *Atta* noch zu den gut funktionsfähigen Stacheln zählen, können aber bereits Anzeichen für den Beginn einer Reduktion feststellen, wie sich dies äußert in der Größenabnahme des ganzen Gebildes, in der Form der Schienenrinne und der quadratischen Platten und schließlich deutlich in der Rückbildung des Gabelbeines.

Aphaenogaster subterranea ☿.

Bei dieser Art können wir bereits von einer Reduktion des Stachels reden. *Aphaenogaster*, in Größe und Aussehen der *Myrmica rubra* ziemlich ähnlich, besitzt einen kaum halb so großen Stechapparat wie jene Form. Die Verkümmerung beginnt an der stark verkürzten Schienenrinne (Fig. 6), die Basis derselben ist auch hier annähernd quadratisch wie bei *Myrmica*; während diese noch gut ausgebildet ist, hat sich der übrige Teil der Schienenrinne erheblich zurückgebildet und ist sehr dünn und fein geworden. Der Übergang in den Kolben geschieht ganz unvermittelt. Die Chitinfläche der oblongen Platten ist kleiner als bei den bisher untersuchten Formen. Auch das Gabelbein ist recht schwach chitinisiert und ziemlich dünn; sein unpaarer Höcker ist kaum noch nachzuweisen. Die elastischen Platten sind dagegen noch sehr deutlich zu erkennen. Die Muskeln sind, der Reduktion des Stechapparats im ganzen entsprechend, schwächer ausgebildet; es sind aber noch alle in der gleichen Anordnung vorhanden; eine wesentliche Rückbildung einzelner Muskeln ist nicht zu erkennen. Im allgemeinen sehen wir also bei *Aphaenogaster subterranea* den Beginn einer Reduktion des Stachels, die sich allgemein in einer bedeutenden Größenabnahme aller Chitinteile und Muskeln zeigt und im besonderen in einer auffallenden Verkümmerung des Hauptteiles der Schienenrinne, wovon jedoch die kolbenförmige Basis ausgeschlossen ist. Der Stachel ist zwar noch funktionsfähig, hat aber an Wirkungskraft erheblich nachgelassen.

Messor barbarus subsp. structor ☿.

Hier ist die Reduktion des Stechapparats noch einen Schritt weiter gegangen (Fig. 7), und zwar ist wieder die Abnahme der Gesamtgröße auffallend; sie beträgt nur noch etwas mehr als den dritten Teil gegenüber der etwa gleichgroßen *Myrmica rubida*. Auch in diesem Fall ist der Kolben der Schienenrinne in gleicher Weise ausgebildet, also sehr breit, annähernd quadratisch in der Aufsicht. Um so auffallender ist das sich daran anschließende übrige Stück der Rinne zurückgebildet. Es ist verhältnismäßig noch kürzer und feiner als bei *Aphaenogaster subterranea*. Der Kolben der Schienenrinne geht ebenfalls ziemlich unvermittelt in die eigentliche Schienenrinne über. Stark verkümmert ist wiederum das Gabelbein, dessen unpaarer Ast nur noch ganz schwach angedeutet ist. Die oblonge Platte ist nur noch in ihrem vorderen Teil flächenhaft; nach hinten

zu besteht sie fast nur noch aus dem verdickten Randstreifen, an den sich als Überrest der „Platte“ eine ganz schmale Chitinlamelle ansetzt. Die ebenfalls verkümmerten Stachelscheiden haben eine eigentümliche schräge Richtung zur Schienenrinne angenommen. Die elastischen Plättchen sind auch hier deutlich zu erkennen, wie auch die quadratische Platte keine Rückbildung zeigt. Ganz im gleichen Verhältnis wie bei *Aphaenogaster subterranea* haben die Muskeln an Stärke abgenommen, während jedoch wieder von einer Reduktion einzelner Muskeln nicht gesprochen werden kann. Wir konnten also bei dieser Form die oben beschriebene Reduktion des Stechapparats weiter verfolgen, und wir dürfen wohl vermuten, daß hier die Fähigkeit des Stachels, als Angriffs- und Verteidigungswaffe zu dienen, auf ein Minimum reduziert, wenn nicht ganz verloren ist.

Zu erwähnen ist noch, daß sich am Stechapparat der erheblich größeren und kräftigeren „großköpfigen Arbeiter“ des *Messor barbarus* kein Unterschied von dem der übrigen Arbeiter erkennen ließ.

Aphaenogaster gibbosa ☿.

Diese Art entspricht in der Ausbildung und Rückbildung des Stechapparats in jeder Beziehung dem soeben beschriebenen *Messor barbarus*, so daß sich eine eingehendere Besprechung erübrigt.

Pheidole pallidula ☿

hat eine weitere Stufe der Rückbildung erreicht. Fig. 8 stellt den Stechapparat in derselben Vergrößerung dar, in der die bisher beschriebenen Arten abgebildet sind. Vergleichen wir diese Ameise mit dem nicht viel größeren *Leptothorax acervorum* (Fig. 3), so erkennen wir ohne weiteres die außerordentliche Abnahme in der Ausbildung dieses Stachels im allgemeinen. Die Stachel dieser etwa gleichgroßen Myrmicinen weichen also in der Größe ganz beträchtlich voneinander ab. Zur Veranschaulichung der Rückbildung der einzelnen Teile diene Fig. 9. Wir sehen, daß die Reduktion der Schienenrinne ungefähr der bei den beiden oben beschriebenen Tieren entspricht; es ist also die Basis der Schienenrinne noch recht gut entwickelt, während das untere Stück stark verkürzt und verkümmert erscheint. Ganz schwach ausgebildet und als solches kaum noch zu unterscheiden ist das Gabelbein. Es sieht aus, als wäre es mit dem vorderen Rand des Kolbens der Schienenrinne verwachsen. Eine ganz bedeutende Rückbildung hat die oblonge Platte erlitten; sie besteht nur noch aus ihrem verdickten Rand. Von einer chitini-

sierten Fläche ist nichts mehr zu erkennen. Dagegen sind immer noch die elastischen Plättchen nachzuweisen. Auch die quadratischen Platten zeigen keine wesentliche Veränderung. Die Muskulatur ist in ähnlichem Maße wie das Chitinskelet schwächer geworden; besonders Muskel *d* und *e* ist kaum noch aufzufinden, vor allem wohl wegen der Kleinheit des Objekts; die größeren Muskeln sind in ihrer typischen Ausbildung nachzuweisen.

Wir dürfen also wohl auch für diesen Fall annehmen, daß der Stachel seine Rolle als Waffe zum größten Teil, wenn nicht ganz, eingebüßt hat. Der Stechapparat der kräftigen hier vorkommenden Soldaten (sie erreichen ungefähr die doppelte Größe der Arbeiter) zeigt in seinem Bau keinerlei Veränderungen den Arbeitern gegenüber.

b) Ponerini ☿.

Von den Ponerinen untersuchte ich

Odontomachus haematoda subsp. insularia ☿.

Am Stachel dieser Form (Fig. 10, nur 25fach vergrößert!) fällt zunächt die beträchtliche Länge der Schienenrinne ins Auge; sie erreicht nahezu die doppelte Größe wie die der *Myrmica rubida*, während beide Tiere nicht viel in der Größe variieren. Die Basis der Schienenrinne ist nicht so stark verbreitert wie bei *Myrmica*, der Übergang in das übrige Stück der Rinne findet vielmehr ganz allmählich statt. Besonders auffallend ist die große Ähnlichkeit dieses Stachels mit dem Bienenstachel. Vergleichen wir das Verhältnis der Länge der Schienenrinne zu der der übrigen Chitinteile, so sehen wir, daß die Spitze der Schienenrinne weit über die anderen Gebilde herausragt, im Gegensatz zu sämtlichen anderen Ameisenstacheln und in Übereinstimmung mit dem Bienenstachel. Bei genauerer Betrachtung der Stechborsten erkennen wir an ihrem spitzen Ende 5—6 kleine Zähnchen, wie wir sie, wenn auch in stärkerer Ausbildung, auch beim Bienenstachel vorfinden. Im Gegensatz dazu sind die Stechborstenenden aller übrigen Ameisenfamilien vollständig glatt. Ferner haben wir gesehen, daß bei den Ameisen der Winkel mit den Stechborstenbogen völlig verwachsen ist, so daß man die Verwachsungsstelle kaum noch genau feststellen kann; hier bemerken wir, daß sich der Winkel sehr deutlich vom Stechborstenschenkel absetzt, daß sich sogar der Bogen noch ein Stück nach der Seite hin, von der Ansatzstelle des Winkels aus, fortsetzt, wiederum

eine Übereinstimmung mit dem Bienenstachel (vgl. auch die Textfigg. A u. B *Myrmica*, C *Apis*). Auch die bedeutende Breite der quadratischen Platten im Verhältnis zu ihrer Länge sowie das vollständige Fehlen des ihre Hinterenden verbindenden Chitinbogens erinnern uns auffallend an die Biene. Weiterhin sei erwähnt, daß das Gabelbein eine vollständig abweichende Form besitzt. Es ist hier hufeisenförmig, während wir es bei allen anderen Ameisen mit typisch entwickeltem Stachel als einen auf unseren Abbildungen horizontal liegenden Stab mit einem unpaaren Ast, der auch fehlen kann, erkannt haben. Hier fehlt zwar der unpaare Ast, die hufeisenförmige Gestalt erinnert uns aber sofort an das wirklich „gabelförmige" Gabelbein der Biene. Schließlich sei noch als weitere Ähnlichkeit mit dem Bienenstachel das Fehlen der Muskeln transversus (*e*) und obliquus (*h*) erwähnt.

c) Dorylini ♀.

Dorylus kohli.

Die Dorylinen werden als Ameisen mit kurzem festem Stachel beschrieben. Bei dieser Art sehen wir denn auch (Fig. 11), wie kurz und breit die Schienenrinne ist; sie besteht in der Hauptsache aus der kolbenförmigen verdickten Basis, an die sich der auffallend kleine, jedoch kräftige eigentliche Stachel ansetzt. Von dem ihm in vielem ähnlichen *Tapinoma*-Stachel (Fig. 13) unterscheidet er sich vor allem durch seine starke Chitinisierung, während bei jener Form gerade das Stück des Stachels, das zum Verwunden dient, nicht mehr oder nur ganz unbedeutend chitinisiert ist und einer wirksamen harten Spitze entbehrt. Die quadratischen Platten sind ganz ähnlich zurückgebildet wie die des *Tapinoma*; sie bestehen nur noch aus der verdickten Randpartie und sind ebenfalls nur durch einen dünnen Chitinstab miteinander verbunden. Besser erhalten sind die oblongen Platten. Von dem nach hinten sich erstreckenden Teil erkennen wir zwar auch nur noch den verdickten Rand, am vorderen Teil findet sich jedoch noch ein plattenförmiges Stück, dessen Chitinisierung an einem schmalen Chitinstreifen, der von der Articulationsstelle des Winkels mit der Platte zu den Hörnern der Rinne hinüberzieht, besonders klar hervortritt. Auf unserer Abbildung sehen wir auch, daß das Ende des Schienenrinnenbogens nicht mehr über den Winkel hinausragt, geradeso wie bei *Tapinoma*,

daß der Rinnenbogen also verkürzt ist. Auch das Gabelbein ist nicht mehr zu erkennen; es scheint mit der Schienenrinne verwachsen zu sein; als seinen Überrest dürfen wir wohl die beiden verdickten, hornartig hervorragenden Gebilde an der Basis der Rinne betrachten, an denen sich die Muskeln (*f*) ansetzen. Die Stachelscheiden sind ebenfalls reduziert; auch sie gleichen den entsprechenden Gebilden bei *Tapinoma* in Form und Größe. Endlich können wir auch eine Rückbildung der Muskulatur feststellen; die Muskeln sind schwach entwickelt; es fehlt Musc. obliquus (*h*); auch den Musc. transversus (*e*) konnte ich nicht nachweisen.

Wir dürfen demnach den Stachel des *Dorylus* zwar noch zu den funktionsfähigen Ameisenstacheln rechnen, haben jedoch daran deutliche Rückbildungen bemerkt, wie hauptsächlich in der Größenabnahme im allgemeinen — *Dorylus kohli* ist beträchtlich größer als z. B. *Tetramorium* (Fig. 2) und *Leptothorax* (Fig. 3), sein Stachel wesentlich kleiner —, dann in der Reduktion des eigentlichen Stachels, der oblongen, quadratischen Platten und des Gabelbeines, so auch in der Muskulatur.

d) Dolichoderini ☿.

Tapinoma erraticum ☿.

Der Stachel von *Tapinoma* schließt sich in der Reihe unserer vergleichenden Untersuchungen an den der *Pheidole pallidula* an; er ist hier so weit reduziert, daß er seine Fähigkeit zum Stechen vollständig eingebüßt hat. Wiederum hat der Stachel im engeren Sinne die stärkste Rückbildung erlitten. Vergleichen wir zunächst die Länge der Schienenrinne mit der des ungefähr gleichgroßen *Tetramorium caespitum* (Fig. 2), so sehen wir, daß die Schienenrinne dieser Myrmicine etwa 4mal so groß ist wie das entsprechende Stück am *Tapinoma*-Stachel (Fig. 12). Zur genaueren Beschreibung der einzelnen Teile diene die stärker vergrößerte Fig. 13. Die Schienenrinne besteht eigentlich nur noch aus der kolbenförmigen Basis. Das übrige Stück der Rinne ist nur sehr schwach chitinisiert; es gleicht eher einem häutigen Gebilde und ist daher auf den Präparaten nur schwer zu sehen. In derselben Weise wie die Schienenrinne sind auch die Stechborsten verkümmert; auch sie sind nur noch ganz schwach chitinisiert; es ist nicht anzunehmen, daß sie noch zur Verwendung dienen können. Die elastischen Plättchen lassen sich

nicht mehr nachweisen. Das Gabelbein ist als solches nicht mehr zu erkennen; als seinen Überrest müssen wir wohl die kleine Chitinverdickung am vorderen Ende der Schienenrinne ansehen, weil sich dort auch der Gabelbeinmuskel inseriert. Es hat also den Anschein als ob das Gabelbein mit dem Vorderrand des Kolbens der Schienenrinne verwachsen wäre. Der Winkel hat sich dagegen recht gut erhalten; er zeigt eine starke Chitinisierung. Die oblonge Platte hat eine weitgehende Reduktion erlitten. Das Ende des Schienenrinnenbogens und damit auch der Stiel der oblongen Platte ragt nicht mehr über den Winkel hinaus, wie dies bei allen bisher untersuchten Arten der Fall war. Von der oblongen Platte selbst ist nur noch der stärker chitinisierte Rand erhalten; von einer Chitinfläche ist nichts mehr zu erkennen. An die übrig gebliebene Randpartie der Platten heften sich die ebenfalls stark reduzierten und äußerst kurzen Stachelscheiden an. Endlich treffen wir hier auch eine erhebliche Reduktion der quadratischen Platte. Von ihr ist nur der verdickte Rand noch gut erhalten. Die „Platte" besteht aus wenigen, hauptsächlich am Hinterende der Randpartie unregelmäßig hervorsprossenden Chitinzacken. Das Verbindungsstück der beiden quadratischen Platten besteht noch aus einem dünnen, aber deutlich sichtbaren Chitinstreifen. Die Muskeln sind zwar ziemlich schwach geworden, aber alle sind noch etwa im gleichen Verhältnis zueinander wie bei den Myrmicinen nachzuweisen.

Bei einer derartig weitgehenden Reduktion des Stachels erscheint es ausgeschlossen, daß dieses Gebilde noch als Angriffs- oder Verteidigungswaffe gebraucht werden kann. Diese Rolle haben hier vielmehr die Analdrüsen übernommen, wie Forel schon vor längerer Zeit gezeigt hat. Die Analdrüsen sind vollständig vom Stachel unabhängig; sie finden sich dorsal vom Anus und Rectum; sie sind bei keinen anderen Ameisen als bei den Dolichoderinen gefunden worden. Dort hat sie Forel (1878) ausführlich beschrieben. In den „Fourmis de la Suisse" (p. 331—332) gibt Forel eine genaue Beschreibung von der Verteidigungsweise des *Tapinoma*. Wurden diese Ameisen z. B. von *Tetramorium* (mit gut entwickeltem Stachel, vgl. oben) angegriffen, so ließen sie aus ihrem Abdomen einen schaumigen Flüssigkeitstropfen austreten, ein Secret der Analdrüsen. Dadurch wird der bekannte intensive *Tapinoma*-Geruch erzeugt. Schon auf diese Weise lassen sich viele Angreifer zurückschrecken. Gelingt es nun gar dem *Tapinoma*, das beim Angriff stets das Abdomen gegen den Feind gerichtet hat, den Secrettropfen mit dem

Kopf ihres Gegners in Berührung zu bringen, so gerät dieses Tier in sonderliche Zuckungen, wälzt sich am Boden umher, kurz, es wird völlig kampfunfähig. Das wird offenbar dadurch bedingt, daß die Flüssigkeit, an der Luft zäh werdend, die Kopforgane verklebt. So scheint denn der Stachel des *Tapinoma* ein ganz nebensächliches oder wohl überhaupt unbrauchbares Organ geworden zu sein, zumal es seine Funktion nicht gewechselt hat, wie wir es bei den nachher zu beschreibenden *Formica*-Arten sehen werden. Dort hat sich bekanntlich das Rudiment des Stechapparats zu einer kräftigen Stütze für den Ausführungsgang des Giftkanals umgebildet.

Dolichoderus quadripunctatus ☿.

Der Stechapparat dieser Form ist ebenfalls stark verkümmert; er gleicht dem von *Tapinoma* fast vollständig. Als einzigen Unterschied kann ich erwähnen, daß hier die „Flächen" der oblongen und quadratischen Platten nicht ganz so stark reduziert sind wie bei ersterer. Man sieht noch ein allerdings sehr schwach chitinisiertes Flächenstück sich vom verdickten Rand der betreffenden Teile ausdehnen. In allen übrigen Teilen konnte ich jedoch keinen Unterschied vom *Tapinoma*-Stachel wahrnehmen. Auch für diesen Fall dürfen wir wohl annehmen, daß der Stachel seinen ursprünglichen Zweck nicht mehr zu erfüllen imstande ist. Wahrscheinlich haben auch hier die Analdrüsen seine Funktion übernommen. Nach Forel fehlt jedoch dem Analdrüsensecret des *Dolichoderus quadripunctatus* jede „Spur eines für uns wahrnehmbaren Geruches". Über die Art seines Kampfes fand ich keine Angaben, hatte auch selbst keine Gelegenheit, Beobachtungen in dieser Hinsicht anzustellen. Vermutlich geschieht die Verteidigung und der Angriff in ähnlicher Weise wie bei *Tapinoma* und dem jetzt zu beschreibenden *Bothriomyrmex meridionalis*.

Bothriomyrmex meridionalis ☿

gleicht in der Ausbildung des Stechapparats so sehr dem *Tapinoma*, daß eine nähere Beschreibung überflüssig erscheint. Im Gegensatz zu *Dolichoderus* ist hier keine Spur von der Chitin„fläche" der quadratischen und oblongen Platten zu erkennen; nur die Randpartien sind noch erhalten. Nach Forel („Fourmis de la Suisse") verteidigt sich diese Art ganz wie *Tapinomum erraticum*, nur etwas nachlässiger, wie er überhaupt *Bothriomyrmex* für „die friedlichste und am wenigsten kampfeslustige Ameise" hält. Wie bei *Dolicho-*

derus besitzt auch hier das Analdrüsensecret keinen für uns wahrnehmbaren Geruch. Diese Ameise „verblüfft ihre Feinde wenig oder gar nicht mit der aus ihrer Kloake hervortretenden Flüssigkeit"

e) Camponotini ☿.

Formica pratensis ☿.

Mit der Besprechung des Stechapparats der *Formica* gehe ich über zu dem zweiten Stacheltypus, der bei den Ameisen vorkommt. Bei den Camponotinen hat sich die Funktion des Stechapparats geändert; er dient nicht mehr zum Stechen, da er rudimentär geworden ist, sondern er bildet nur noch eine Art Stütze für den Ausführungsgang der Giftblase, die hier um so größere Mengen von Gift produziert, gleichsam um den offenbar durch die Reduktion des Stachels entstandenen Nachteil wieder auszugleichen. Fig. 14 zeigt das Stachelrudiment von *Formica pratensis* ☿, von der Ventralseite aus gesehen. Der Stachel im engeren Sinn (das sind die Stechborsten und die Schienenrinne) hat sich so weit zurückgebildet, daß er als solcher nicht mehr zu erkennen ist. Als Überrest der Schienenrinne ist das dünne, unpaare Chitinstück in der Mitte aufzufassen, auf dessen konkave Seite wir sehen (*Schr*). Seine Fortsetzung bilden nach beiden Seiten hin eine kurze Strecke und steil aufsteigend, von der Konvexseite gesehen, die Bogen der Schienenrinne. An ihnen sind noch einige Borstenhaare zu erkennen, die den gleichen Gebilden am Myrmicinenstachel entsprechen. Weiter nach vorn zu gehen die beiden Bogen über in ein ziemlich breites Chitinstück (*V*), das entstanden ist durch Verwachsung der Bogen der Schienenrinne mit der oblongen Platte (*oP*). So stellen die oblongen Platten hier den Hauptteil des Apparats dar. Am Vorderrand ist das Chitinstück umgeschlagen. Das hintere Drittel der oblongen Platten ist nicht verwachsen mit den Rinnenbogen. Eine „plattenähnliche" Fläche fehlt jedoch auch hier; die oblonge Platte besteht wie bei dem stark reduzierten Dolichoderinenstachel nur noch aus ihrer stark verdickten Randpartie. Anschließend daran haben wir die stark verkürzten ziemlich breiten Stachelscheiden (*Sch*). Das an der Basis der Schienenrinne liegende Gabelbein ist nur noch als ein kleines rundliches Chitinstückchen zu erkennen (*Gbn*). Die Stechborsten (*Stb*) haben ebenfalls eine erhebliche Veränderung erlitten. Man kann nicht mehr die eigentlichen Stechborsten von den

Stechborstenbogen unterscheiden wie beim *Myrmica*-Typus, sondern es ziehen diese Teile in ziemlich gleichmäßiger Krümmung vom Winkel zum Rudiment der Schienenrinne herunter; sie liegen den Bogen der Rinne auf. Auf unseren Abbildungen sind sie der Deutlichkeit wegen, wie dies übrigens auch beim Präparieren sehr häufig vorkommt, von den Bogen entfernt. Ihre Funktion zum Stechen haben sie natürlich vollständig aufgegeben; ihr Ende ist nicht mehr spitz, sondern im Gegenteil leicht keulenförmig angeschwollen. Die elastischen Plättchen fehlen vollständig. Das Winkelstück (*W*) hat dagegen auch bei diesem total verkümmerten Stachel seine Gestalt vollkommen bewahrt; es ist ganz so ausgebildet wie beim Myrmicinen-Typus. Auch hier steht es in Verbindung einerseits mit der oblongen Platte, andrerseits mit der quadratischen. Diese letztere (*quP*) ist ebenfalls stark reduziert, wie es aus der Abbildung leicht zu erkennen ist. Das die beiden Hinterenden der quadratischen Platten verbindende Chitinstück fehlt. In festem Zusammenhang mit den quadratischen Platten steht das Rudiment des 11. Rückensegments; es ist ohne Verletzung des ganzen Apparats nicht leicht von ihr zu trennen.

Die Chitinteile des Stechapparats dienen wieder verschiedenen Muskeln zur Anheftung. Während bei dem Myrmicinen-Typus die hauptsächlichsten Muskeln den Zweck hatten, die Chitinteile gegeneinander zu bewegen, um so das Stechen zu ermöglichen, haben sie bei den Camponotinen ihre Funktion geändert; ihre Aufgabe ist jetzt, den Giftabfluß zu regeln. Wir müssen demnach eine wesentliche Änderung in der Ausbildung der Muskulatur erwarten.

Der stärkste Muskel, Musc. levator primus (*h*), verbindet den hinteren Rand der quadratischen mit dem hinteren Rand der oblongen Platte. Ein diesem entsprechender Muskel ist z. B. bei *Apis mellifica* nicht aufzufinden, wohl aber bei solitären Apiden, so bei *Andrena ovina*; allerdings ist er hier sehr schwach entwickelt. Wir bemerken ihn auch beim Myrmicinenstachel, wo er Musc. obliquus genannt ist, wenn auch nur wenig deutlich und nicht überall mit Sicherheit nachzuweisen. Ein zweiter, weit schwächerer Muskel, Musc. levator secundus (*b*), zieht vom hinteren oberen Rand der quadratischen Platte zum Vorderrand der oblongen, wenig vor ihre Articulationsstelle mit dem Winkel; er dürfte dem Muskel *b* bei *Myrmica* entsprechen. Ein weiterer, ziemlich schwacher Muskel, Musc. levator tertius (*c*), verbindet das vordere obere Ende der quadratischen mit dem Hinterende der oblongen Platte und heftet sich neben dem

Muskel *h* an diese an; er ist wohl homolog dem Muskel *e* bei *Myrmica*. Nach Dewitz dient der erste, starke Muskel dazu, den hinteren Teil des Stechapparats, besonders die Stachelscheiden, nach oben zu heben, sobald das Tier Gift von sich gibt. Dabei würde er von den beiden anderen Muskeln unterstützt. Ein schwacher Muskel, Musc. conclusor (*i*), zieht vom mittleren Teil der quadratischen Platte zum Rudiment des 11. Rückensegments, der sogenannten Tracheenplatte; nach Dewitz verschließt er wahrscheinlich das dort befindliche Stigma. Ein anderer gleichschwacher Muskel, Musc. protrusor externus (*a*), zieht vom mittleren Rand der quadratischen zum Vorderende der oblongen Platte, er ist wohl als das Rudiment des entsprechenden Muskels *a* bei *Myrmica* aufzufassen. Weiter bemerken wir den Musc. compressor primus (*e*), der vom Innenrand des Winkels in die Nähe des Gabelbeinrestes ziehend sich mit dem entsprechenden Muskel von der anderen Seite vereinigt, offenbar ein Homologon des Musc. transversus (*e*) bei *Myrmica*. Annähernd parallel dazu verläuft der Musc. compressor secundus (*k*) vom vorderen Drittel der verschmolzenen Schienenrinnenbögen und oblongen Platten zum Rudiment des Gabelbeines, um sich dort ebenfalls mit dem entsprechenden Muskel von der anderen Seite zu vereinigen. Nach Dewitz bewirkt die Kontraktion dieser beiden Muskeln einen Verschluß des Giftkanals, indem die hintere Wand der Blasenmündung gegen die vordere gedrückt wird. Der kräftige Musc. levator internus (*l*) endlich, vom vorderen Rand desselben Chitinstückes zum vorderen Rand der Blasenmündung ziehend, hebt nach diesem Autor bei seiner Kontraktion die vordere Wand der Blasenmündung von der hinteren ab und öffnet so den Giftkanal.

Hiermit ist eine Schilderung der wesentlichen, an die Chitinteile sich ansetzenden Muskeln gegeben. Diese Muskulatur läßt uns wohl das Austreten des Giftes verstehen, nicht aber erklärt sie uns, wie das Gift bei diesen Tieren bis auf $^1/_2$ m Höhe gespritzt werden kann. Forel nimmt an, daß hierbei die Muskulatur des Abdomens im ganzen wirksam ist, daß das Herausspritzen des Giftes auf derartige Entfernungen durch die „durch die Muskulatur der Segmente bedingte Abdomenpresse“ ermöglicht wird, „denn die Stachelmuskulatur kann ja nur auf den Ausführungsgang wirken und die Mündung desselben nach außen öffnen.“

Die Beschreibung des Stechapparats der *Formica pratensis* trifft auch für die beiden sehr nahe verwandten Formen: *Formica rufa* ♀ und *Formica truncicola* ♀, vollständig zu, zumal diese durch ver-

schiedene Zwischenformen miteinander verbunden sind. Zwischen den verschiedenen Rassen der „Waldameise“ (Forel) ist also in dieser Beziehung durchaus kein Unterschied zu erkennen.

Formica sanguinea ♀

gleicht in Form und Ausbildung der einzelnen Chitinteile und Muskeln des Stachelrudiments ebenfalls vollständig den oben beschriebenen *Formica*-Arten.

Von den *Formica fusca*-Rassen wurden untersucht:

Formica cinerea ♀ und *fusca* ♀.

Sie stehen beide den verschiedenen Rassen der Waldameise an Größe nach. Sie haben nicht wie diese die Gewohnheit, beim Angriff das Gift auf weite Entfernungen hin zu spritzen, sie suchen vielmehr dem Feind nur mit den Mandibeln eine Bißwunde beizubringen, um dann, mit dem Abdomen darüber streichend, das Gift in die Wunde eintreten zu lassen. Trotzdem erkennen wir in der Muskulatur ihres Stachelrudiments den „Waldameisen“ gegenüber keinen Unterschied. Das würde also ebenfalls dafür sprechen, daß das Spritzen des Giftes auf weite Entfernungen nur durch die Abdomenpresse bewirkt wird. Am Chitinskelet des Stachelrudiments ist als einziger Unterschied die schwächere Ausbildung des bei *Formica pratensis* ziemlich breiten Chitinstückes, das durch Verschmelzung der oblongen Platten mit den Rinnenbogen entstanden ist, zu erwähnen. Diese beiden Teile sind hier nur auf eine kürzere Strecke miteinander verwachsen und zeigen auch nicht die außerordentlich starke Chitinisierung der ersten Form. Vielleicht hängt die so schwache Ausbildung dieses Chitinstückes mit der erwähnten verschiedenen Kampfesweise zusammen. Im ganzen ist das Stachelrudiment der *fusca*-Rassen kleiner, was wohl hauptsächlich seine Ursache in der geringeren Größe dieser Tiere hat.

Polyergus rufescens ♀.

Das Stachelrudiment der Amazonenameise (Fig. 15) weist im ganzen eine schwächere Ausbildung auf als das der *Formica pratensis*. Zunächst ist es kleiner; das verschmolzene Chitinstück (*V*) ist hier ziemlich kurz und viel schwächer gebaut. Das vordere Ende der oblongen Platten ist stumpf, aber nicht umgeschlagen wie bei *Formica*. Die quadratischen Platten zeigen eine eigenartige Form. Von der

verdickten Randleiste aus erstreckt sich die breite dreieckige Chitinfläche der Platte. Sie übertrifft so relativ wenigstens die quadratische Platte der übrigen Camponotinen an Größe. Die Muskulatur stimmt im allgemeinen mit der des *Formica*-Stachels überein. Ob auch die Muskeln *b* und *i* der *Formica*, die ich hier auf meinen Präparaten nicht auffinden konnte, ausgebildet sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, da ein durch die Sublimatfixierung verursachter Niederschlag gerade bei dieser Form sehr störend war und mir gut fixierte (in diesem Fall mit Alkohol) Exemplare nicht zur Verfügung standen.

Camponotus herculeanus ♀.

Beim Stechapparat des *Camponotus* (Fig. 16) sind ebenfalls kleine Abweichungen vom *Formica*-Typus festzustellen. Auch hier ist das aus der Verwachsung der oblongen Platten mit den Rinnenschenkeln entstandene Chitinstück (*V*) nicht so kräftig ausgebildet wie bei der Waldameise. Die oblonge Platte endet nach vorn zu spitz und ist nicht umgeschlagen. Die Muskulatur entspricht nicht ganz der Muskulatur bei den *Formica*-Arten, macht aber im allgemeinen einen etwas schwächeren Eindruck. *Camponotus* pflegt im Gegensatz zu den *F. rufa*-Arten das Gift nicht zu spritzen, er kämpft ähnlich wie *Formica fusca*. Die schwächere Ausbildung des verwachsenen Chitinstückes und die etwas schwächere Muskulatur ist auch hier möglicherweise auf diese Kampfesweise zurückzuführen.

Camponotus ligniperdus und *C. aethiops* zeigten der soeben beschriebenen Form gegenüber keinen Unterschied.

Lasius alienus ♀.

Verhältnismäßig am schwächsten entwickelt ist das Stachelrudiment der *Lasius*-Arten. Fig. 17 stellt den Stechapparat in derselben Vergrößerung dar, in der die übrigen Bilder gegeben sind. Das zeigt uns, wie klein hier das Rudiment geworden ist den bisher geschilderten Arten gegenüber. Wir müssen dabei allerdings in Betracht ziehen, daß *Lasius alienus* kaum die Hälfte der Größe der *Formica pratensis* erreicht. Zur genaueren Betrachtung diene die stärker vergrößerte Fig. 18. Da fällt zunächst wieder die sehr schwache Ausbildung des verschmolzenen Chitinstückes (*V*) auf. Die oblonge Platte ist nur noch mit ihrem vorderen Drittel mit den Schienenringbogen verwachsen. Selbst das verwachsene Stück ist nur leicht chitinisiert, wie ja überhaupt das ganze Rudiment des

Lasius-Stachels. Die oblonge Platte endet hier nach vorn gebogen und spitz, nicht umgeschlagen wie bei *Formica*. Auch das Winkelstück ist nicht mehr so kräftig entwickelt. Eine wesentliche Veränderung hat die quadratische Platte erlitten. Sie besteht aus einem langen, sehr dünnen Chitinstreifen; von einer chitinisierten Fläche ist nicht das geringste mehr zu sehen. Dieser Chitinstreifen scheint mit dem Winkel völlig verwachsen zu sein. In ähnlicher Weise, wie die Chitinisierung des Apparats zurückgegangen ist, haben sich auch die Muskeln reduziert. Muskel *b* ist nicht mehr nachweisbar. Ganz besonders schwach ist Muskel *c* geworden; auch der bei allen bisher untersuchten Camponotinen so kräftig ausgebildete Muskel *h* hat erheblich an Stärke verloren; ferner ist Muskel *k* mit Sicherheit nicht mehr zu erkennen.

Das Stachelrudiment der übrigen untersuchten *Lasius*-Arten: *L. niger*, *L. flavus* und das des größten einheimischen *Lasius*, *L. fuliginosus* steht mit dem des oben beschriebenen *Lasius* genau auf derselben Stufe. Es liegt die Annahme nahe, daß diese namentlich im Gegensatz zu *Formica pratensis*, *rufa* und *truncicola* so schwache Ausbildung des Stachelrudiments mit der sehr geringen Wehrhaftigkeit dieser Ameisen zusammenhängt. Auch die *Lasius*-Arten spritzen das Gift nicht auf Entfernungen aus, sondern sie suchen ihren Gegner mit den Mandibeln zu beißen, um hierauf das Gift aus dem Abdomen austreten zu lassen, und zwar ohne zu spritzen, und es dann mit der Wunde in Berührung zu bringen.

Plagiolepis pygmaea ♀.

Das kleinste Stachelrudiment findet sich bei der nur $1^1/_2$—$2^1/_2$ mm langen *Plagiolepis*. Fig. 19 gibt das Rudiment in der den übrigen Abbildungen entsprechenden Vergrößerung wieder. An dem stärker vergrößerten Objekt (Fig. 20) lassen sich auch hier die für den Camponotinenstachel typischen Teile nachweisen. Das Gebilde ist im ganzen nur wenig chitinisiert; trotzdem und trotz der Kleinheit dieses Rudiments können wir noch deutlich den Überrest der Schienenrinne und das verwachsene Chitinstück erkennen. Undeutlich ist allerdings der Übergang des Schienenrinnenrestes in die Bogen geworden. Auch die verwachsene Chitinfläche ist auf ein Minimum zusammengeschrumpft. Die oblonge Platte ist an ihrem vorderen Ende leicht gebogen und spitz, ähnlich wie bei *Camponotus*. Während die Stachelscheiden noch sehr gut ausgebildet sind, hat der Winkel seine charakteristische Gestalt verloren; an seiner Stelle findet sich

eine kleine Chitinverdickung, die nach hinten zu in einen schmalen Chitinstreifen übergeht, in den Überrest der quadratischen Platte. Die Stechborsten waren an keinem Präparat mehr aufzufinden, ebenso wenig der Gabelbeinrest. Die Muskulatur ist dagegen verhältnismäßig kräftig entwickelt. Besonders auffallend ist der Muskel *h*, der die Hinterenden der quadratischen mit denen der oblongen Platten verbindet, ferner Muskel *e* und *l*. Muskel *b* und *c* sind jedoch nicht mehr zu erkennen.

Der Stechapparat der Ameisenköniginnen.

Wie Kräpelin, Beyer und Janet bereits festgestellt haben, gleicht der Stachel der Bienen- und Ameisenköniginnen im allgemeinen dem der Arbeiter fast vollständig. Er unterscheidet sich meist nur durch seine Größe vom Stachel der Arbeiter, so daß eine nähere Beschreibung überflüssig erscheint. So fand ich es wenigstens bei allen Myrmicinen-♀♀, die ich untersuchte: *Myrmica*, *Tetramorium*, *Leptothorax*, *Solenopsis*. Für die *Tapinoma*-♀♀ ist zu erwähnen, daß hier noch im Gegensatz zum ☿ ein größeres Stück der Chitinfläche der oblongen Platte erhalten ist; sonst unterscheidet sich der Stechapparat nur durch seine Größe. Bei den Camponotinen zeigte das Stachelrudiment der *Camponotus*-♀♀ und *Lasius*-♀♀ nicht den geringsten Formunterschied von dem der Arbeiter, wohl aber ließ sich eine eigentümliche Bildung bei den Weibchen der *Formica*-Arten feststellen. Die Fig. 21 zeigt das Stachelrudiment einer *Formica fusca* ♀. Hier fällt zunächst einmal die beträchtliche Größe des ganzen Gebildes ins Auge. Weiter bemerken wir, daß sich die oblonge Platte im Gegensatz zu diesem Chitinstück bei den Arbeitern von der Articulationsstelle mit dem Winkel leicht nach vorn und innen zu umbiegt und sich weit in das Innere des Körpers hinein erstreckt, so daß der Ansatzpunkt des Winkels etwa in die Mitte dieses Stückes zu liegen kommt, während wir ihn bei den Arbeitern im vordersten Viertel finden. Bei den letztgenannten sehen wir auf die Konvexseite der verschmolzenen oblongen Platten und Rinnenbogen. Hier wendet sich das verschmolzene Stück schon vor der Articulationsstelle mit dem Winkel, so daß wir weiter vorn auf die Konkavseite dieses Stückes schauen. Im übrigen herrscht volle Übereinstimmung mit dem Arbeiterstachel, wie in den Chitinteilen so auch in den Muskeln.

Die *Polyergus*-Königin nimmt eine Zwischenstufe zwischen *Lasius* und *Formica* ein. Das weibliche Stachelrudiment ist einmal relativ

und absolut kleiner als bei der *Formica* ♀; außerdem hat der eigentümliche Fortsatz der oblongen Platte nach vorn und innen zu in das Abdomen keine derartig starke Ausbildung erfahren; er ist viel weniger breit, schwächer chitinisiert und auch erheblich kürzer als bei *Formica*. Im ganzen aber steht das Stachelrudiment der *Polyergus*-♀♀ doch wohl dem der *Formica* näher als dem der *Lasius*- und *Camponotus*-♀♀.

Zusammenfassung.

Fassen wir zum Schluß unsere Resultate zusammen: Es hat sich ergeben, daß schon beim gut funktionsfähigen Stachel der Myrmicinen bei jeder Art Abweichungen in der Form und Größe der einzelnen Chitingebilde sich nachweisen lassen, daß die Form der Schienenrinne, des Gabelbeines, der oblongen Platten, der Stachelscheiden, seltner auch des Winkels und der quadratischen Platten bei jeder Art eine gewisse, wenn auch oft nur geringe Abweichung zeigt, während die Muskulatur des Stechapparats im allgemeinen keine Unterschiede aufweist. Bei den Übergängen, die vom gut funktionsfähigen Stachel der Myrmicinen zum unbrauchbaren der Dolichoderinen bekannt sind, zeigt sich die Reduktion einmal in einer relativ starken Größenabnahme des ganzen Chitingebildes und dann hauptsächlich in einer Verkümmerung der Stachelspitze, während die Basis des eigentlichen Stachels noch gut erhalten bleibt; ferner bildet sich die „Fläche“ der oblongen Platten, schließlich auch die der quadratischen erheblich zurück (*Aphaenogaster subterranea* — *Messor barbarus* — *Aph. gibbosa* — *Pheidole pallidula*), um bei den Dolichoderinen *Tapinoma* und *Bothriomyrmex* ganz zu verschwinden, so daß die Platten nur noch aus ihren verdickten Randpartien bestehen.

Außerhalb dieser Reihe steht die Ponerine *Odontomachus* und die Doryline *Dorylus*. Als charakteristisch für *Odontomachus* haben wir gefunden die große Übereinstimmung des Stachels mit dem Bienenstachel in bezug auf die Länge des Stachels im engeren Sinn im Verhältnis zu den übrigen Chitingebilden, die Zähnchen an den Stechborstenenden, die Verwachsungsstelle von Winkel und Stechborstenschenkeln, die Breite der quadratischen Platten, das Fehlen des sie verbindenden Chitinbogens, die Form des Gabelbeines, das Fehlen der Muskeln *e* und *h* und endlich die außerordentliche Größe des ganzen Stechapparats. Diese Tiere besitzen den weitaus am besten entwickelten Stachel unter allen hier untersuchten Ameisen.

Ob der Stachel der übrigen Ponerinen eine entsprechende Ausbildung zeigt, entzieht sich meiner Kenntnis. Bei der Doryline *Dorylus* konnten wir eine deutliche Rückbildung feststellen, die diesen Stachel dem der Dolichoderinen in manchem ähnlich gemacht hat; als wesentlichen Unterschied haben wir jedoch zu beachten, daß hier der Stachel im engeren Sinn, gerade auch der zum Verwunden dienende Teil, noch stark chitinisiert und daher noch gebrauchsfähig ist, während in den übrigen Teilen die Rückbildung bereits weit vorgeschritten ist.

Auch der vollständig rudimentäre Stechapparat der Camponotinen ist nicht überall gleichmäßig ausgebildet. Am besten entwickelt finden wir ihn bei einigen *Formica*-Arten (*F. rufa, pratensis, truncicola* und *sanguinea*); schwächer wird das Rudiment bei *Polyergus* und *Camponotus*, um von da zu den am meisten reduzierten Stacheln der *Plagiolepis pygmaea* und der *Lasius*-Arten überzugehen.

Die untersuchten Myrmicinen und Dolichoderinenköniginnen gleichen in der Ausbildung ihres Stachels den Arbeiterinnen. Ein auffallender Unterschied zwischen Weibchen und Arbeiterin ist nur bei den *Formica*-Arten und weniger deutlich bei *Polyergus* unter den Camponotinen festzustellen. Dort konstatierten wir eine eigenartige, stark chitinisierte Verlängerung des durch Verwachsung der oblongen Platten mit den Rinnenbogen hervorgegangenen Chitinstückes in das Innere des Abdomens.

Anhang.

Außer den Stacheln der Ameisen wurden noch die einiger solitärer und parasitärer Apiden untersucht:

Andrena ovina
Systropha curvicornis
Sphecodes gibbus
Colletes cunicularis
Nomada ruficornis
Coelioxys rufescens
Pasites maculatus.

Im Prinzip sind die Stechapparate dieser Tiere alle gleichgebaut; kleinere Abweichungen kommen jedoch auch hier vor. So wechselt oft die Form des Gabelbeines, dessen unpaarer Ast bisweilen länger ist und umgekehrt. Auch die Schienenrinne zeigt bei den einzelnen Apiden einige Verschiedenheit; so ist die Basis der Rinne manchmal keulenförmig verdickt, um in ein hinteres,

schmäleres Stück überzugehen; diese Verdickung unterbleibt bei anderen; ebenso wechselt die Form der oblongen und der quadratischen Platten. Die Anheftung des Muskels *d* bei *Myrmica*, des Retractor externus, erfolgt bei einigen nahe bei der Articulationsstelle des Winkels mit der quadratischen Platte, bei anderen inseriert sich dieser weiter vorn, gegen die Verwachsungsstelle mit den Stechborsten hin. Auffallend ist bei allen die starke Behaarung der Stachelscheiden. Deutliche Rückbildungen, so wie wir dies bei den Myrmicinen verfolgen konnten, lassen sich hier nicht erkennen; nur bei *Andrena ovina*, die ungefähr die Größe der Honigbiene erreicht ist der Stechapparat im ganzen viel kleiner als bei dieser.

Literaturverzeichnis.

Beyer, O. W., 1891, Der Giftapparat von Formica rufa, ein reduziertes Organ, in: Jena. Ztschr. Naturw., Vol 25.

Dewitz, H., 1877, Über Bau und Entwickelung des Stachels der Ameisen, in: Z. wiss. Zool., Vol. 28.

Escherich, K., 1906, Die Ameise, Braunschweig.

Forel, A., 1874, Les fourmis de la Suisse.

—, 1878, Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen, in: Z. wiss. Zool., Suppl. zu Vol. 30.

Janet, Ch., 1898, Etudes sur les fourmis etc., Note 18: Aiguillon de la Myrmica rubra, appareil de fermeture de la glande à venin.

Kräpelin, R., 1873, Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Tiere, in: Z. wiss. Zool., Vol. 23.

Lacaze-Duthiers, H., 1850, Recherches sur l'armure génitale des Insectes, in: Ann. Sc. nat., Vol. 14.

Packard, A., 1898, Text-Book of Entomology.

Zander, E., 1899, Beiträge zur Morphologie des Stachelapparates der Hymenopteren, in: Z. wiss. Zool., Vol. 66.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind, wenn nichts Näheres angegeben ist, bei 80facher Vergrößerung wiedergegeben und mit dem ABBE'schen Zeichenapparat angefertigt. Für die einzelnen Chitinteile wurde durchgängig die gleiche Farbe angewendet und zwar: für die Schienenrinne mit den Stechborsten, dem Winkel und Gabelbein gelb, für die oblongen Platten rot und für die quadratischen blau. Die Muskulatur wurde jeweils nur auf der einen Seite eingezeichnet. Die

Chitinteile

wurden bei sämtlichen untersuchten Tieren folgendermaßen bezeichnet

BH Borstenhaare an den Bogen der Schienenrinne
D Drehpunkt des Winkels
eP elastische Plättchen
Gbn Gabelbein
H Hörner der Schienenrinne
oP oblonge Platte
quP quadratische Platte
Sch Stachelscheiden
Schr Schienenrinne
SchrB Schienenrinnenbogen
Stb Stechborsten
StbB Stechborstenbogen
V Verschmolzenes Chitinstück aus Rinnenbogen und oblonger Platte

Die Muskeln bei Myrmicinen und Dolichoderinen:

Musc. protrusor externus
b Musc. protrusor internus

c Musc. retractor internus
d Musc. retractor externus
e Musc. transversus
f Musc. levator
g Musc. bulbi
h Musc. obliquus

Die Muskeln bei den Camponotinen:

a Musc. protrusor externus
b Musc. levator secundus
c Musc. levator tertius
e Musc. compressor primus
h Musc. levator primus
i Musc. conclusor
k Musc. compressor secundus
l Musc. levator internus

Tafel 1.

a) Myrmicini.

Fig. 1. *Myrmica rubida* ☿.
Fig. 2. *Tetramorium caespitum* ☿.
Fig. 3. *Leptothorax acervorum* ☿.
Fig. 4. *Solenopsis fugax* ☿.
Fig. 5. *Atta columbrica* ☿.
Fig. 6. *Aphaenogaster subterranea* ☿.
Fig. 7. *Messor barbarus* ☿.
Fig. 8. *Pheidole pallidula* ☿. 80 : 1.
Fig. 9. *Pheidole pallidula* ☿. 200 : 1.

b) Ponerini.

Fig. 10. *Odontomachus haematoda* ☿. 25 : 1.

c) Dorylini.

Fig. 11. *Dorylus kohli* ☿.

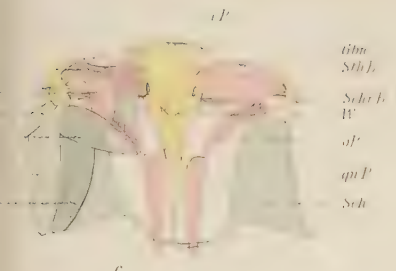
d) Dolichoderini.

Fig. 12. *Tapinoma erraticum* ☿. 80 : 1.
Fig. 13. *Tapinoma erraticum* ☿. 200 : 1.

Tafel 2.

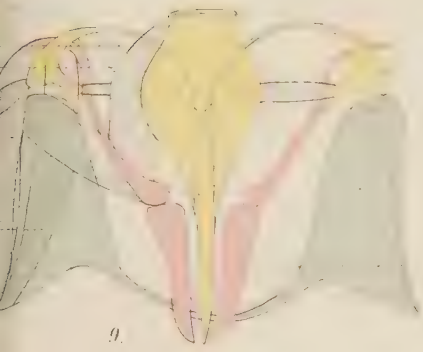
e) Camponotini.

Fig. 14. *Formica pratensis* ☿.
Fig. 15. *Polyergus rufescens* ☿.
Fig. 16. *Camponotus herculeanus.*
Fig. 17. *Lasius alienus* ☿. 80 : 1.
Fig. 18. *Lasius alienus* ☿. 200 : 1.
Fig. 19. *Plagiolepis pygmaea* ☿. 80 : 1.
Fig. 20. *Plagiolepis pygmaea* ☿. 200 : 1.
Fig. 21. *Formica fusca* ♀.

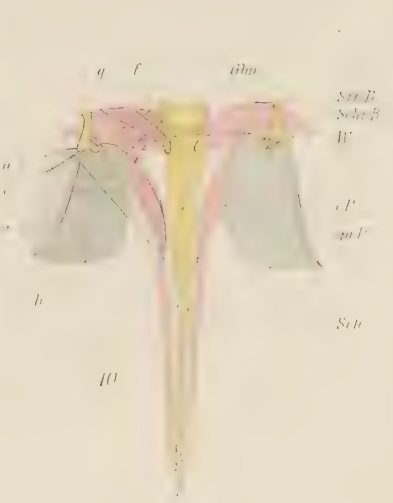


6

7



9



10

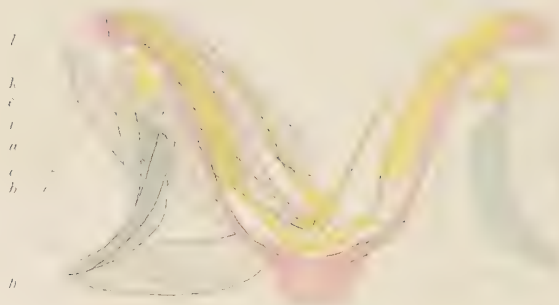
12

8

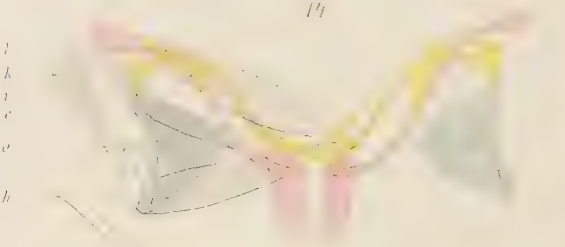
11

13

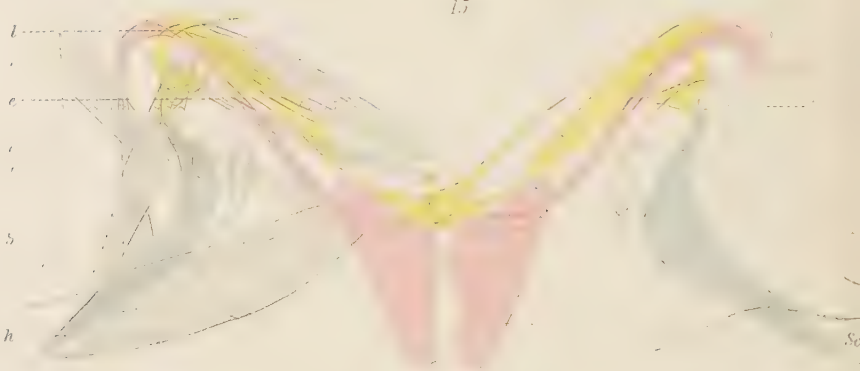
Jtn Anst v Johannes Arndt Jena



14



15



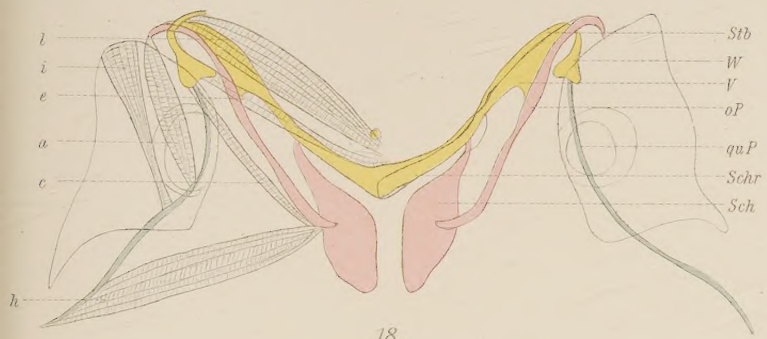
16.

17

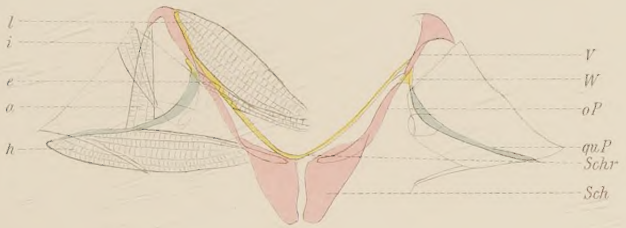
19

Foerster gez.

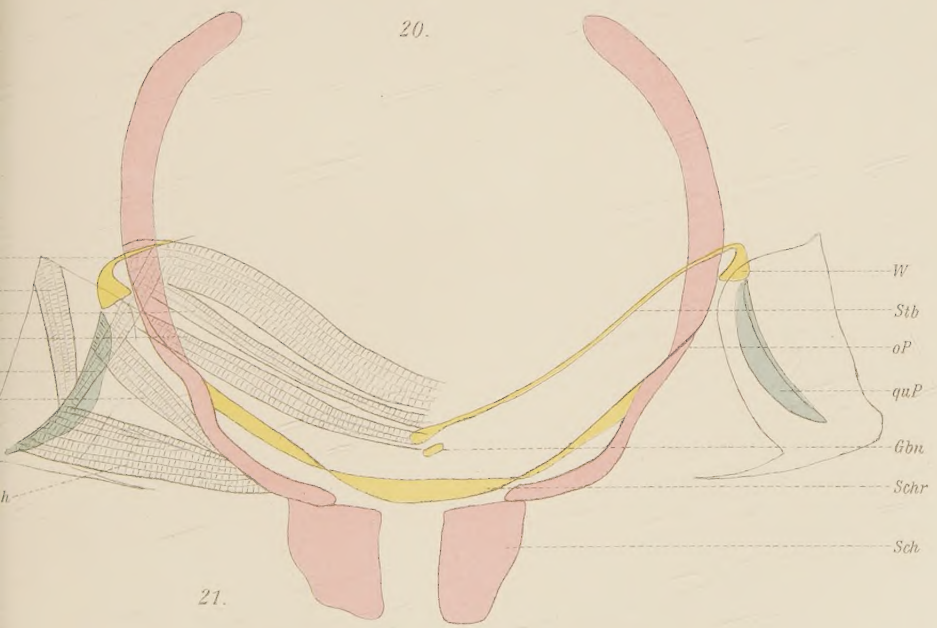
Verlag von



18.



20.



21.

er in Jena.

Lith. Anst. v. Johannes Arndt, Jena.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.